NORMAL-SPECTREN EINIGER ELEMENTE ZUR WELLENLÄNGE-BESTIMMUNG IM ÄUSSERSTEN ULTRAVIOLETT

VON

J. M. EDER UND E. VALENTA.

(Mit 1 Doppeltafel und 3 Tafeln.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. JULI 1899.)

Für die Orientirung im äussersten Ultraviolett sind genau bestimmte Spectrumphotographien von Metallen, welche typische Spectren liefern, von Werth. Dies gilt sowohl für das Gitter-, als auch für das prismatische Spectrum.

Trotzdem mehrfach Photographien von ultravioletten Gitterspectren publicirt worden sind, wurde dennoch dem Bezirke kleinster Wellenlängen wenige Aufmerksamkeit zugewendet. Wir haben hiebei zunächst jene kurzwelligen Spectralbezirke im Auge, welche sich noch, ohne dass man die atmosphärische Luft aus dem Wege der Lichtstrahlen entfernt, photographiren lassen, ohne auf jene Bezirke einzugehen, welche nur im Vacuumspectrographen (nach Schuhmann, Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss., Bd. 102, Abth. III *a*, Juli 1893) nachweisbar sind. Die Grenze des auf photographischem Wege erreichbaren brechbaren ultravioletten Spectrums liegt nach den übereinstimmenden vorliegenden Angaben von Cornu,[1] V. Schuhmann,[2] Kaiser und Runge[3] bei ungefähr $\lambda = 1850$ AE., jedoch ist diese Region schon für gewöhnlich schwer erreichbar.

Die Grenze der erreichbaren Spectrumphotographien im äussersten Ultraviolett ist bei Verwendung von normalen Bromsilber-Gelatinetrockenplatten abhängig von der Absorption der Luftschichte, welche die Strahlen passiren müssen, von den eventuell im Apparate vorhandenen Prismen und Linsen aus Bergkrystall und endlich von der absorbirenden Wirkung der Gelatineschichte der Trockenplatten.

Diese Umstände sind so bekannt, dass sie keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Für Gitterspectrographen grösserer Dispersion fehlen bis jetzt deutliche und klare Spectrumphotographien im brechbarsten Ultraviolett, welche eine sichere Orientirung in den Spectralbezirken von $\lambda = 2770$ bis $\lambda = 1999$ ermöglichen würden. Die grössere Dispersion solcher Spectren ergibt selbst bei sehr linienreichen Spectren, wie z. B. das Bogen- und Funkenspectrum des Eisens, eine grosse Klarheit der photographischen Bilder.

[1] Journal de Phys. 1881. Bd. 10, S. 425; Kayser's Lehrb. d. Spectralanalyse 1883, S. 231.

[2] Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch., Wien, mathem. naturw. Cl.

[3] Abhandlungen d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1892.

Bekanntlich coincidiren bei weitem nicht alle Eisenlinien im Funkenspectrum mit jenen des Bogens, sondern es fehlen bald in dem einen, bald in dem anderen Spectrum viele Linien und kommen erst bei sehr langen Belichtungen mit charakteristisch verschiedener Intensität zum Vorscheine.

Die zuerst von Liveing und Dewar publicirten vergleichenden Tabellen[1] des Gitter- und Bogenspectrums des Eisens erweisen dies zur Genüge; es ist jedoch schwierig, diese Wellenlängen mit den neuen Standards von Rowland in sichere Beziehungen zu bringen, weil bei diesen und allen späteren Publicationen, welche das Eisenspectrum behandeln (von Kaiser und Runge a. a. O., Exner und Haschek[2]) vergleichende, zur Coincidenz gebrachte Photogramme des Funken- und Bogenspectrums fehlen. Standardspectren, welche noch weiter ins Ultraviolett reichen und genau bezüglich der Wellenlängen im Bogen und Funken orientirt sind, fehlen gleichfalls. Wir haben uns bemüht, mittels unseres grossen Concavgitters diese für den Spectralanalytiker nicht unwichtigen Hilfsmittel zu schaffen. Zunächst haben wir das Eisenspectrum im Funken und Bogen coincidirend photographirt, was allerdings einige Mühe verursacht, um genaue Coincidenzen und richtige Belichtungszeiten zu treffen, desgleichen wurden auch Nickel und Kobalt, sowie Kupfer im selben Sinne untersucht und deren Spectrumphotographien in den beigegebenen Tafeln heliographisch reproducirt. Der Anblick der Abweichungen der beiden Spectrumarten ist höchst lehrreich und interessant und benöthigt keine weitere Beschreibung. Besonders scharf sind bei derartigen Spectrumphotographien stets die Linien der Eisenspectren, weniger jene der Nickel- und Kobaltspectren, wesshalb wir als Standard nur das Eisenspectrum benützen. Wir haben diese wichtigen Eisenstandards nicht nur photographisch abgebildet, sondern auch einer genauen Wellenlängenmessung unterzogen. Die von uns auf Grund eigener Messungen ermittelter und auf Rowland's Standard bezogenen Wellenlängen im Eisenspectrum geben wir in nachstehender Tabelle wieder. Wir halten die von uns erzielte Genauigkeit für eine gute und schätzen den möglichen Fehler bei unseren Messungen innerhalb der Grenzen $\pm 0 \cdot 01$, vielleicht im Durchschnitte sogar $\pm 0 \cdot 005$. Unsere am Schlusse der Abhandlung gegebenen Eisenlinienstandards im Zusammenhange mit der Abbildung (Taf. I, Fig. 1) ermöglicht die sichere Orientirung in diesem Bezirke, sowohl beim Arbeiten im Bogen, als auch im Funken. Das Nickelspectrum ist entschieden gegen das kurzwellige Ultraviolett zu lichtstärker als Eisen; Kobalt liegt in der Mitte.[3] Alle drei Spectren sind mit mittelmässig langen Belichtungen aufgenommen worden; bei langen Belichtungen erscheinen viel mehr Linien, das Spectrum reicht etwas weiter ins Ultraviolett, aber der charakteristische Habitus im Baue der Spectren ist dann viel undeutlicher kenntlich.

Vom Nickelspectrum haben wir nur einige Wellenlängen eingetragen, das Kobaltspectrum ist unter jenes, bei Einhaltung einer genauen Orientirung, gesetzt.

Wir haben schon früher angegeben und durch Abbildungen gezeigt,[4] dass das Eisenspectrum bei $\lambda = 2327$ plötzlich an Helligkeit verliert und die nunmehr folgenden, immerhin noch zahlreichen Linien ($\lambda < 2327$) relativ lichtarm sind, wenn sie auch bei längerer Belichtung noch deutlich nachgewiesen werden können. Unsere Spectrumphotographie ist absichtlich bei kürzerer Belichtung hergestellt, damit der wichtigste Bezirk ($\lambda > 2327$) klar und deutlich zu Tage tritt; bei reichlicher Belichtung treten noch viele schwache Linien auf, aber das Charakteristische in der Anordnung der Linien der beiden Arten des Eisenspectrums wird verwischt.

Für das brechbarste Ultraviolett, welches sich an $\lambda = 2327$ anschliesst, ercheint uns auf Grund vielfacher Versuche das Kupferspectrum als das geeignetste Vergleichsspectrum; seine Linien sind allerdings weder im Funken, noch im Bogen so scharf wie jene des Eisenspectrums, aber man findet eine reichliche Anzahl von Linien, welche noch hinlänglich scharf sind, sehr gleichmässig vertheilt von $\lambda = 2369$ bis $\lambda = 1999$,

---

[1] Watt's Index of Spectra.

[2] Sitzungsber. der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, methem. naturw. Cl., Bd. 16., Juli 1897.

[3] Vergl. auch Eder Beiträge zur Spectralanalyse. Denksch. der kais. Akad. d. Wissensch., Wien, mathem. naturw. Cl., Bd. 60, 1893.

[4] A. a. O.

ja sogar bis 1944. Demzufolge legten wir grossen Werth auf die genaue Feststellung des Kupferspectrums (Funken und Bogen) und stellten Photographien desselben bei mittlerer Exposition her, um die Hauptlinien charakteristisch zur Anschauung bringen zu können (Gitterspectrum siehe Taf. I, Fig. 4, Quarzspectrum siehe Taf. III, Fig. 1). Sehr interessant gestaltet sich der Vergleich des Funkenspectrums mit dem Bogenspectrum des Kupfers (Taf. I, Fig. 4).

Wir haben dasselbe durch wiederholte Messungen (mittels des Mikroskopes) der mit dem grossen Gitter erhaltenen Spectrumphotogramme sichergestellt und auf Rowland's Standards bezogen. Die am Schlusse folgende Tabelle gibt das Resultat dieser Messungen mit einer wahrscheinlichen Fehlergrenze von $\pm 0 \cdot 01$ AE. Wir bemerken hiezu, dass wir das Kupferspectrum bereits früher mit einem kleinen Gitterapparate und mit dem Quarzspectrographen mit aller Sorgfalt gemessen haben. Der Vergleich der neuerdings ermittelten Zahlen mit den früheren ist somit ein ziemlich verlässlicher Maassstab für die Leistungsfähigkeit beider Beobachtungsarten, wobei natürlich das grosse Gitter genauere Zahlen liefert.

Die Tabelle am Schlusse dieser Abhandlung enthält die von uns ermittelten Werthe unserer Kupferstandards, welche wir von $\lambda = 2769$ bis $\lambda = 1938$ den später folgenden Messungen an anderen Elementen (im Anschlusse an die Eisenstandards) zu Grunde legten.

Das Kupferspectrum ist auch eines der wichtigsten Vergleichsspectren für das prismatische (Quarz-) Spectrum. Wir haben wiederholt darauf hingewiesen, dass selbst das lichtstarke Gitter im äussersten Ultraviolett wesentlich hinter dem Quarzspectrographen zurücksteht. Es gelang uns, die Kupferlinie $\lambda = 1999$ mittels Gitter zu erhalten erst bei vielstündiger Belichtung, dagegen im Quarzspectrographen leicht bei Belichtungen von $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde unter sonst gleichen Verhältnissen. Die benachbarten Kupferlinien $\lambda < 1970$ sind im Gitter nur mit der grössten Mühe nachweisbar,[1] im Quarzspectrographen aber sehr leicht (siehe Taf. I, Fig. 4 und Taf. III, Fig. 1). Durch verlängerte Exposition kann man beim Gitterspectrographen (an der Luft) nur äusserst schwierig ins äusserste Ultraviolett vordringen, weil über eine gewisse Zeitdauer der Belichtung das stets im Spectrum (trotz aller Vorsichtsmassregeln) vorhandene diffuse Licht einen stets wachsenden Schleier hervorruft, welcher die schwächeren Linien zudeckt, so dass sie kaum mehr hervorzurufen sind. In dieser Beziehung ist das Arbeiten mit dem Quarzspectrographen im äussersten Ultraviolett weit erfolgreicher.

Sehr gute Standards für das äusserste Ultraviolett liefert das Aluminium, dessen Spectrum zwar kein zusammenhängendes Liniensystem zeigt, aber einige sehr helle Linien in der Gegend $\lambda = 1850$ besitzt. Diese Liniengruppen wurden zuerst von Cornu[2] approximativ im prismatischen Spectrum gemessen, später von Runge[3] im Vacuumspectrographen mit grosser Genauigkeit zwischen $\lambda = 1989$ bis $\lambda = 1854$ AE. bestimmt. Wir fanden im Quarzspectrographen ausser den vier bereits bekannten Linien noch zwei scharfe, neue Aluminiumlinien in diesem Bezirke, welche wir in der Tabelle (bezogen auf die von Runge gefundenen Werthe) weiter unten anführen. In unserer Photographie des Aluminiumspectrums ist neben der starken Linie $\lambda = 1935$ eine schwächere, aber trotzdem sehr deutliche und scharfe Linie bemerkbar, welche wir mit $\lambda = 1930 \cdot 41$ bestimmten. Diese Linie, sowie die Linie $\lambda = 1857$ sind von uns neu als Aluminiumlinien geführt.

Es ist bemerkenswerth, dass die brechbare Componente der Cornu'schen Aluminiumlinie 1933·5 (nach unseren Messungen die Doppellinie $\lambda = 1935$, 1930) nach den Angaben V. Schuhmann's dem Silicium angehören solle. Wir haben daher früher, bevor wir die kurzwelligen Spectralbezirke zum Gegenstande unseres Studiums gemacht hatten, mit den Angaben Schuhmann's die Linie 1929 als brechbarste Siliciumlinie in unsere Tabellen übernommen.[4]

---

[1] Kayser und Runge kamen bis Cu $\lambda = 1943$, Exner und Haschek bis $\lambda = 2105 \cdot 0$.

[2] Journ. de Phys. 1881, B. 10, S. 425.

[3] Astrophys. Journ. 1895, Bd. 1, S. 433.

[4] Eder und Valenta »Über das Emmissionsspectrum des Kohlenstoffes und Siliciums«. Denksch. d. kais. Akad. d. Wissensch. 1893, mathem. naturw. Cl. Bd. 60. — Ferner: Eder und Valenta: Das Linienspectrum des Siliciums, Sitzungsb. der kais. Akad. d. Wissensch. Wien, mathem. naturw. Cl. Bd. 107, Abth. II/a. Jänner 1898.

Auch C. Leiss schreibt (Zeitschrift für Instrumentenkunde 1898, S. 331): »Die blässere brechbare Componente der Doppellinie Nr. 31 nach Cornu (d. i. $\lambda = 1935$, 1930 nach unseren Messungen) gehört, wie Dr. V. Schuhmann zuerst gefunden, dem Silicium an, reines Aluminium wird sie somit nicht geben.« Wir wendeten dieser Linie bei der neuen Anordnung unseres Quarzspectrographen unsere besondere Aufmerksamkeit zu und erhielten dieselbe mit recht reinem Aluminium, welches sehr kleine Mengen, höchstens 0·1 Procent, Silicium enthält, mit grösster Deutlichkeit. Als wir zur Gegenprobe das Funkenspectrum von Siliciumkupfer (mit einem Gehalte von mindestens 10 Procent Silicium) untersuchten, erhielten wir trotz doppelt so langer Belichtung keine Spur dieser Linie, wohl aber alle anderen von uns ermittelten Siliciumlinien. Wir sind deshalb genöthigt, die von uns früher geführte, mit »$\lambda = 1929$« bezeichnete Schuhmann'sche Siliciumlinie aus der Tabelle des Siliciums zu streichen und bis auf Weiteres dem Aluminiumspectrum einzureihen.

An dieser Stelle bemerken wir, dass wir bei dieser Gelegenheit unsere damaligen Messungen controlirt haben und die äusserst scharfe Aufnahme bei grösserer Dispersion als wir sie damals hatten, für die brechbarste Siliciumlinie die Wellenlänge $\lambda = 2124 \cdot 17$ ergab. Unsere frühere Zahl 2123, welche auf eine weniger scharfe Photographie und ungenauere Standards bezogen war, ist hiernach durch den richtigen obigen Werth zu ersetzen.

Bezogen auf unsere Eisen- und Kupferstandards, sowie im äussersten Ultraviolett auf Aluminium, haben wir auch das Funkenspectrum des Goldes neu bestimmt, denn es kann bei Vergleichsaufnahmen im äussersten Ultraviolett recht gute Dienste leisten. Das Goldspectrum benöthigt aber eine wesentlich längere Belichtungszeit (2—3mal) als das Kupferspectrum. Die Tabelle, welche unsere neuen Messungen der mit dem grossen Gitter, sowie mit dem Quarzapparate erhaltenen Wellenlängen widergibt, ist weiter unten mitgetheilt. Vom brechbarsten ultravioletten Goldspectrum haben wir auch eine heliographische Abbildung (erhalten mittels des Quarzspectrographen) in Taf. III, Fig. 2, gegeben.

Zur Orientirung im äussersten Ultraviolett erscheint auch das Cadmium, Zink und Blei (eventuell die Legierung dieser drei Metalle) gut geeignet. Die starke Verbreiterung vieler dieser Linien macht jedoch genaue Messungen schwierig, wesshalb diese Metalle wohl sehr geeignet zur allgemeinen Orientirung, aber weniger gut als sogenannte Standards zu Vergleichsspectren bei grösserer Dispersion erscheinen.

Gute Abbildungen der Spectren dieser Elemente sind im brechbarsten Theile für den Spectralanalytiker nicht unwichtig, wesshalb wir die Funkenspectren dieser drei Metalle (photographische Aufnahmen bei kurzer Exposition), sowie jene von Thallium und Zinn beifügen (siehe Taf. II, Fig. 4 und 5).

Die drei erstgenannten Metallspectren (Cd, Zn, Pb) sind mit reinem Materiale hergestellt, das Thallium war ein wenig bleihältig, was in der betreffenden Figur angemerkt ist, das Zinn war von unbefriedigender Reinheit, wesshalb wir eine Anzahl fremder Linien (Cu, Pb, Fl etc.) am Spectrumnegative abdeckten, so dass das Bild (Fig. 5, Taf. II) nicht frei von Retouche ist. Es kommt somit dieser Figur ein geringerer Grad von Verlässlichkeit zu, als den übrigen heliographischen Spectrumfiguren unserer Tafeln.

Schliesslich geben wir noch eine heliographische Reproduction von Funkenspectren des Calciums welches wir mit dem grossen Gitter photographirt haben.[1] Es geht daraus hervor, welche enormen Intensitätsunterschiede im Spectrum des Calciums sich geltend machen. Um den Habitus des Calciumfunkenspectrums nicht zu verwischen, begnügten wir uns mit ziemlich kurzen Expositionen, trotzdem ist die Gruppe bei $\lambda = 3178$ bis $\lambda = 3169$ bereits überexponirt und unklar geworden, so dass speciell diese Gruppe auf der beigegebenen Tafel nicht so correct wiedergegeben erscheint, als gelegentlich unserer früheren Detail-

[1] Im Nachtrage zu unserer Abhandlung Eder und Valenta: Über das Funkenspectrum des Calciums und Lithiums, Bd. 67, 1898 der Denkschr. der kais. Akad. d. Wissensch., Wien. Die dort niedergelegten Beobachtungen benutzte Prof. J. Wilsing: Über die Deutung des typischen Spectrums der neuen Sterne. Sitzungsb. d. königl. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin 1899, Bd. 24, S. 426.

studie über diesen Gegenstand.[1] Die Reproduction der anderen Liniengruppen ist aber mit befriedigender Klarheit gelungen und so mag diese Tafel als eine angemessene Ergänzung sowohl unserer, als auch anderer Abhandlungen über das Calciumspectrum genommen werden.

Die Anwendung des Quarzspectrographen ist, wie erwähnt, für das brechbarste Ultraviolett, namentlich für $\lambda < 2000$ wegen der grösseren Lichtstärke dem Gitter vorzuziehen. Die Dispersion ist in diesen Spectralbezirken selbst bei Anwendung eines einzigen Quarzprismas von 60° und von Linsen von 60 *cm* Focus schon eine ansehnliche und das Bildfeld der scharfen Spectrallinien ein ausgedehntes.

Immerhin bietet die Herstellung präciser Spectrumphotographien mittels des Quarzapparates in den Bezirken $\lambda = 2300-1854$ unleugbare Schwierigkeiten, sobald die beste Definition der brechbarsten Linien verlangt wird. Da derartige Spectrumphotographien mit genau orientirten und auf Rowland's Normalspectren bezogenen Standards wichtig sind und bisher nicht genügend klar zur Darstellung gebracht wurden,[2] fügen wir eine heliographische Tafel mit Standards bis zu $\lambda = 1850$ im prismatischen Spectrum des Kupfers, Goldes, Aluminiums, Cadmiums und Zinkes bei.

Die Berechnung der Wellenlängen im prismatischen Spectrum ist weit umständlicher und unsicherer als im Gitterspectrum. Die sehr wichtige Abhandlung von J. Hartmann »Über eine einfache Interpolationsformel für das prismatische Spectrum«[3] hilft in diesem Falle dem dringenden Bedürfnisse der praktischen Spectrometrie ab.

Hartmann stellte folgende einfache Interpolationsformel zur Ermittlung der Wellenlängen im prismatischen Spectrum (mit Glasprismen) auf:

$$\lambda = \lambda_0 + \frac{C}{s - s_0}.$$

In derselben bedeutet s das directe Messungsergebniss, also Kreisablesung, Skalentheile, Schraubentheile eines Ocularmikrometers oder lineare, auf der photographischen Platte gemessene Grössen; λ_0 ist eine Constante des Spectrographen, welche für jedes Instrument nur einmal bestimmt wird; s_0 ist durch die Art der Eignung der Platte in den Messapparat bestimmt, ist also der Nullpunkt der Zählung; C ist der Schraubenwerth der Mikrometerschraube oder des Maassstabes des Messapparates, welcher also, so lange man denselben Spectrographen und denselben Messapparat benützt (abgesehen von Temperaturcorrecturen), constant ist.

Hat man mit einem Spectrographen das erste Spectrum aufgenommen und dasselbe ausgemessen, so genügt es, die Wellenlänge von drei der gemessenen Linien (Standards) zu kennen, um sofort die Wellenlängen aller anderen Linien zu haben.[4] Sind λ_1, λ_2, λ_3 die Wellenlängen der drei Standards, zu welchen die

---

[1] Da das Calcium oft als Verunreinigung anderer Körper auftritt, so ist die Anschauung der Abbildung seines Funkenspectrums auch in dieser Richtung mehrfach verwendbar.

[2] C. Leiss gibt in seiner Abhandlung über Quarzspectrographen und neuere optische spectrographische Hilfsapparate (Ztschrft. für Instrumentenkunde, November 1898) mit wesentlich kleinerer Dispersion als jene es war, mit welcher wir arbeiteten, ziemlich gute Lichtdruckabbildungen der Funkenspectren von Zink, Calcium, Silber und Aluminium. Das Aluminiumspectrum von Leiss reicht bei $\lambda = 1854$, das Zinkspectrum aber ist in seinem charakteristischen Bezirk im äussersten Ultraviolett, d. i. bei der Gruppe 2138 bis 2025 dort kaum wiedergegeben und auch beim Cadmium und Silber der stärker brechbare Theil des Spectrums wenig berücksichtigt. Da es sich bei Leiss in erster Linie darum handelte, die Leistungsfähigkeit der in der Fuess'schen Werkstätte in Steglitz construirten Apparate zu demonstriren, so wurde auf die Eintragung correcter, unter sich stimmender, auf Rowlands Standard bezogener Wellenlängen keine Rücksicht genommen, und es sind daher die am a. O. eingetragenen Wellenlängen für Messungszwecke nicht verwendbar.

[3] Publicationen des Astrophysikalischen Laboratoriums in Potsdam Nr. 42, Anhang zum 12. Bande 1898.

[4] Bei späteren Messungen genügt es, wenigstens zur sicheren Identificirung aller Linien, wenn man vom ganzen Spectrum auch nur die Wellenlänge einer einzigen Linie kennt; man bestimmt hieraus nur s_0, während γ_0 und c aus den anderen Aufnahmen bekannt sind.

Skalentheile s_1, s_2 und s_3 gehören und bildet man mit diesen Werthen die drei Gleichungen entsprechend der Hartmann'schen Interpolationsformel, so ergibt sich folgende Auflösung für s_0, C und λ_0:

$$s_0 = \frac{s_1(\lambda_1-\lambda_2)(s_3-s_2)-s_3(\lambda_2-\lambda_3)(s_2-s_1)}{(\lambda_1-\lambda_2)(s_3-s_2)-(\lambda_2-\lambda_3)(s_2-s_1)}$$

$$C = \frac{(\lambda_1-\lambda_3)(s_1-s_0)(s_3-s_0)}{s_3-s_1}$$

$$\lambda_0 = \lambda_1 - \frac{C}{s_1-s_0} = \lambda_2 - \frac{C}{s_2-s_0} = \lambda_3 - \frac{C}{s_3-s_0}.$$

Wir versuchten nun, ob diese Formel für den Quarzspectrographen ebenso gilt, als für die von Hartmann benützten Glasprismen.

Zur Controle zogen wir die sich ergebenden Linien des Kupfer-, Aluminium- und Goldspectrums heran (siehe oben) und versuchten, ob die obige Formel zur Interpolirung für diesen Specialfall genügt.

Es ergab sich, dass in der That für kleine Spectralbezirke von beiläufig130 AE. die Hartmann'sche Formel genügt.

Wir wählten drei Normallinien zur Berechnung einer Formel, nämlich die Kupferlinien $\lambda_1 = 2126·09$, $\lambda_2 = 2037·25$ und $\lambda_3 = 1999·71$ (in unserem Messapparate lag die erste Linie s_1 beim Skalentheil 50.000, die zweite s_2 bei 75·8945 und die letzte s_3 bei 87·9915) für den von ihnen begrenzten Bezirk; für das benachbarte Spectrum aber als Standards die Kupferlinie $\lambda_1 = 1999·71$, die Aluminiumlinien $\lambda_2 = 1935·29$ und $\lambda_3 = 1862·20$, mit den Skalentheilen $s_1 = 87·9915$, $s_2 = 110·8010$ und $s_3 = 140·2840$; für den Bezirk $\lambda = 2126$ bis $\lambda = 1999$ lieferte die Hartmann'sche Formel durch Einsetzen der Werthe $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, s_1, s_2, s_3$ etc.

$$\lambda = 803·00 + \frac{475980}{s+309·750},$$

für den Bezirk 1999—1862 und denselben Nullpunkt der Skala die Formel

$$\lambda = 874·72 + \frac{422456}{s+287·529}.$$

Die Genauigkeit der nach dieser Formel berechneten Wellenlängen im prismatischen Spectrum war $\pm 0·06$ bis (im schlimmsten Falle $\pm 0·10$) AE., somit genügt sie den Anforderungen der praktischen Spectroskopie.

Die nachstehenden Tabellen enthalten unsere Neubestimmungen der wichtigsten Standards des ultravioletten Spectrums von Eisen, Kupfer, Aluminium, Gold, Zink, Cadmium, Blei, Thallium und Antimon

I. Standards im Funkenspectrum des Eisens von $\lambda = 3002$ bis $\lambda = 2280$.

Funkenspectrum von Eder und Valenta, bezogen auf Rowland's Standards						
3002·796 [1]	2883·825	2767·630 [3]	2692·721 [1]	2599·494 [3]	2493·30 [2]	2375·318
2994·547 [3]	2873·519 [1]	2747·077 [3]	2689·30	2598·460 [3]	2454·62 [1]	2373·844 [3]
2985·674 [1]	2872·504 [1]	2746·590 [3]	2684·871 [1]	2585·963 [3]	2439·37 [1]	2364·91
2984·965 [2]	2835·840 [1]	2743·311 [2]	2666·745 [5]	2582·673 [3]	2413·39 [3]	2338·108
2973·315 [4]	2823·418 [4]	2720·99 [4]	2664·770 [1]	2563·569 [3]	2406·743 [3]	2332·880 [3]
2967·016 [4]	2794·016 [1]	2706·684 [3]	2628·387 [3]	2534·47 [4]	2399·328 [3]	2327·484 [3]
2937·020 [3]	2788·236 [4]	2704·112 [1]	2611·965 [3]	2533·70 [4]	2388·710 [3]	2280·00 [1]
2926·692 [1]						

[1] Im Funken deutlich und stark, nicht aber im Bogen.

[2] Im Bogen schwächer als im Funken.

[3] Sowohl im Bogen als im Funken deutlich.

[4] Im Bogen stärker als im Funken, jedoch auch in letzterem deutlich und scharf.

[5] Diese Linie im Funken coincidirt nicht mit der nahe liegenden *Fe*-Linie des Bogens.

II. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Kupfers von $\lambda = 2769$ bis $\lambda = 1938$.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
2769·37	1	verbreitert	2769·89	8	scharf
2768·94	4		—	—	
2766·50	5	umgekehrt	2766·47	2	»
—	—		2763·80	1	»
2751·86	1	verbreitert	2751·33	2	verbreitert
2751·88	4	unscharf	—	—	
—	—		2745·57	6	scharf
—	—		2741·18 }	6	»
—	—		2740·07 }	1	»
—	—		2737·65	3	»
—	—		2734·07	2	verschwommen
—	—		2731·58	2	»
—	—		2729·46	1	»
2724·04	4	sehr unscharf	2724·1	2	»
—	—		2722·00	4	scharf
—	—		2719·01	6	verschwommen
2715·67	4	»	—	—	
—	—		2713·77	8	ziemlich scharf
—	—		2703·45	9	scharf
—	—		2701·30	10	»
—	—		2698·54	1	ziemlich scharf
2696·83	1	verbreitert	2696·61	2	»
—	—		2689·58	10	scharf
2687·85	1	»	—	—	
2681·16	1	»	2680·0	1	verschwommen
2676·59	2	»	—	—	
2672·24	2	»	—	—	
—	—		2666·59	6	scharf
—	—		2658·7	1	verschwommen
2651·78	2	sehr unscharf	—	—	
2649·93	2	»	2649·9	1	»
2645·45	2	»	—	—	
—	—		2644·06	5	ziemlich scharf
—	—		2641·70	2	»
2635·02	4	»	2635·1	1	verschwommen
2630·15	4	»	2630·67	1	»
2627·49	2	»	—	—	
—	—		2624 4	1	unscharf
2618·46	10	umgekehrt	2618·47	8	scharf
—	—		2609·42	7	»
2605·08	1	sehr unscharf	—	—	
—	—		2600·53	10	scharf
—	—		2599·13	8	»
—	—		2592·9	1	verschwommen
—	—		2590·79	5	scharf
—	—		2587·63	1	verschwommen
—	—		2586 70	1	»
—	—		2584·0	1	unsicher
—	—		2581·37	1	scharf
2580·52	2	sehr unscharf	2580·36	1	»
2579·40	2		—	—	
—	—		2578·46	1	verschwommen
—	—		2577·91	1	»
—	—		2576·95	1	»
—	—		2576·10	1	»
—	—		2575·30	2	scharf
—	—		2573·52	3	»
—	—		2572·00	4	»
—	—		2571·99	5	verschwommen
—	—		2571·14	2	»
2570·76	2	verbreitert	—	—	
2569·99	2	sehr unscharf	2569·80	1	»
2567·17	1	verbreitert	2566·52	5	ziemlich scharf
—	—		2564·35	1	»
2563·54	2	verbreitert nach Roth	2563·1	1	»
—	—		2561·5	1	verschwommen

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2557·4	1	verschwommen
—	—		2554·47	2	scharf
2553·38	1	verbreitert nach Roth	2553·28	2	stark verbreitert
—	—		2552·90	1	unscharf
—	—		2552·1	1	»
—	—		2550·48	2	verbreitert
2547·67	2	»	—	—	
—	—		2545·09	10	scharf
—	—		2538·83	4	ziemlich scharf
—	—		2535·47	4	ziemlich scharf
—	—		2533 8	1	unscharf
—	—		2532·99	2	»
—	—		2532·20	2	»
—	—		2529·61	8	ziemlich scharf
—	—		2526·84	5	scharf
—	—		2525·16	3	ziemlich scharf
—	—		2523·23	4	»
—	—		2522·45	4	»
—	—		2521 19	2	»
—	—		2519·02	2	»
—	—		2518·54	3	»
—	—		2517·03	2	»
—	—		2516·55	2	»
—	—		2514·87	1	»
—	—		2513·22	5	»
—	—		2511·46	5	scharf
—	—		2510·95	1	»
—	—		2508·68	5	verbreitert
—	—		2506·51	10	scharf
—	—		2504·84	1	verbreitert
—	—		2503·62	1	unscharf
—	—		2503·1	1	»
—	—		2500·87	2	sehr verschwommen
—	—		2497·69	3	scharf
—	—		2496·12	4	verbreitert
2494·97	2		—	—	
—	—		2493·6	1	verschwommen
2492·22	5	umgekehrt	2492·21	6	scharf
—	—		2489·72	8	»
—	—		2486·57	4	verbreitert
—	—		2485 99	4	»
—	—		2482·37	5	scharf
—	—		2481·2	1	ziemlich scharf
—	—		2479·8	1	»
—	—		2478·36	3	verschwommen
—	—		2475·44	1	»
—	—		2475·19	1	»
—	—		2473·50	8	ziemlich scharf
—	—		2468·60	8	»
—	—		2465·97	4	unscharf
—	—		2464·93	2	»
—	—		2463·10	2	»
2460·98	2	verbreitert	2462·11	3	»
—	—		2460·49	1	sehr verschwommen
—	—		2459·4	1	»
2458·97	2	»	2458·85	4	»
—	—		2457·9	1	verschwommen
—	—		2453·16	5	ziemlich scharf
—	—		2451·9	1	
—	—		2449·5	1	
—	—		2447·62	2	verschwommen
—	—		2446·82	2	»
—	—		2445·52	2	»
—	—		2444·54	5	scharf
—	—		2443·55	2	verschwommen
—	—		2442·78	2	»
2441·72	3	umgekehrt	2441·73	6	scharf
—	—		2440·29	3	verbreitert
—	—		2438·01	4	scharf

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2436·02	5	ziemlich scharf
—	—		2433·68	3	»
—	—		2430·64	4	stark verbreitert
—	—		2429·18	2	verschwommen
—	—		2428·37	2	»
—	—		2424·69	6	scharf
—	—		2422·03	3	»
—	—		2420·0	1	verschwommen
—	—		2418·5	1	»
—	—		2416·26	5	scharf
—	—		2414·9	1	verschwommen
—	—		2414·3	2	ziemlich scharf
—	—		2413·2	1	»
—	—		2412·46 }	5	scharf
—	—		2412·23 }	4	»
—	—		2408·6	1	verschwommen
2406·82	8	verbreitert nach Roth	2406·80	1	scharf
—	—		2405·63	4	»
—	—		2403·58	8	verbreitert
2400·18	4		2400·23	6	scharf
—	—		2394·62	2	»
2392·71	8	umgekehrt, verbreitert nach Roth	2392·76	4	»
—	—		2391·83	3	»
—	—		2385·18	2	verbreitert
—	—		2376·51	5	»
—	—		2370·95	4	ziemlich scharf
2367·97	5		2369·95	10	scharf (Hauptlinie)
—	—		2368·28	5	ziemlich scharf
—	—		2364·24	1	verschwommen
2363·28	1		2363·34	1	»
—	—		2362·8	1	»
—	—		2361·68	1	»
2356·68	4		2356·70	6	scharf
—	—		2355·24	4	verschwommen
—	—		2348·90	3	»
—	—		2346·23	2	ziemlich scharf
2345 59	2		2345·52 }	1	verschwommen
—	—		2345·34 }	1	»
—	—		2341·28	2	scharf
—	—		2339·1	1	verschwommen
—	—		2336·31	4	scharf
—	—		2324·64	1	verschwommen
—	—		2323·14	1	»
—	—		2320·38	2	ziemlich scharf
2319·70	4	verbreitert	2319·7	1	»
—	—		2316·08	2	»
—	—		2315·3	1	»
—	—		2312·46	1	»
—	—		2309·74	2	»
2303·18	7		2303·18	4	scharf
—	—		2300·51	1	»
—	—		2299·67	2	»
—	—		2298·40	1	»
—	—		2296·92	1	»
2294·44	2		2294·44	6	»
2293·92	10	umgekehrt	2293·98	3	ziemlich scharf
—	—		2292·74	1	
—	—		2291·16	4	
2288·19	4		2288·20	1/2	
—	—		2286·79	4	»
2282·20	1	verbreitert	—	—	
—	—		2280·92	1	»
—	—		2278·48	2	»
2276·30	4		2276·30	6	»
—	—		2274·9	1	»
—	—		2265·50	2	»
2263·20	5		2263·89	3	verbreitert
—	—		2263·27	2	
2260·58	4		2260·58	2	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2255·12	2	verbreitert
—	—		2252·00	1	»
—	—		2249·13	3	»
2247·08	4	verbreitert	2247·08	7	»
2244·36	1		2244·29	1	»
2242·68	4		2242·68	7	gut
2240·89	1	»	—	—	
2238·52	2	umgekehrt	—	—	
2236·40	1	»	—	—	
—	—		2231·74	1	
2230·16	8	»	2231·14	2	scharf
—	—		2230·18	3	verbreitert
2228·95	4	»	2228·94	4	gut
2227·85	2	»	2227·85	2	unscharf
—	—		2226·94	3	»
2225·77	5	»	2225·77	2	ziemlich scharf
—	—		2224·90	2	»
2218·21	2	»	2218·18	6	»
2215·78	5	»	2215·38	3	»
2214·68	8	»	2214·80	3	»
—	—		2212·89	1	»
2210·35	2	»	2210·35	5	»
—	—		2209·95	1	»
—	—		2200·60	1	»
2199·77	8	»	2199·76	3	»
—	—		2195·87	3	»
2192·35	2	verbreitert	2192·36	5	»
2189·69	2	umgekehrt	2189·69	5	»
—	—		2183·0	1	»
2181·80	4	»	2181·78	1	»
2179·41	4	»	2179·45	5	scharf
2178·97	3	»	2179·10	1	
—	—		2175·14	3	»
2171·88	1	»	—	—	
2169·49	1	»	—	—	
2165·20	4	»	2165·14	1	ziemlich scharf
—	—		2161·44	1	»
—	—		2157·29	2	scharf
—	—		2151·95	3	»
2149·05	2		2149·05	4	»
—	—		2147·06	2	verschwommen
—	—		2145·64	2	»
—	—		2144·9	1	»
2136·05	2		2136·05	3	scharf
—	—		2134·51	2	»
—	—		2130·20	1	undeutlich
2126·11	2		2126·09	3	scharf
—	—		2125·26	2	»
2123·06	2		2123·06	3	»
—	—		2117·44	2	»
2112·19	1		2112·19	2	»
2104·88	4		2104·88	2	»
—	—		2098·51	2	verbreitert
—	—		2093·78	1	scharf
—	—		2088·12	2	»
2085·40	1		2085·39	3	»
—	—		2078·83	2	»
—	—		2070·4	1	undeutlich
2068·45	1		—	—	
—	—		2066·82	1	verschwommen
—	—		2062·58	1	»
2061·77	1		—	—	
2055·08	1		2055·05	2	scharf
2043·73	1		2043·84 [1]	2	»
2037·28	1		2037·24	2	»
2035·90	1		2036·93	2	»
—	—		2031·08	2	verbreitert
2025·14	2	umgekehrt	2025·53	2	scharf

[1] In der Heliogravure-Tafel ist richtig zu lesen 2043 statt 2045.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
2016·76	1		2016·85	2	scharf
—	—		2016·0	2	»
2015·53	1		2015·69	1	»
2013·53	1		2013·19	1	verschwommen
2003·50	1		—	—	
1999·68	1		1999·71	2	ziemlich scharf
1995·16	1		—	—	
1989·24	1		1989·20	2	
1979·26	1		1979·27	2	
1971·99	—		—	—	
—	—		1970·00	1	von da ab mit dem Quarzspectrographen bestimmt
1956·83	1		—	—	
1943·88	1		1944·11	2	
—	—		1938·35	1	schwach, in der Umgebung einige schwache Linien

III. Funken- und Bogenspectrum des Aluminiums von $\lambda = 1989$ bis $\lambda = 1854$.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
1989·90	—		1989·90	8	
1935·29	—		1935·29	7	
—	—		1930·41	2	scharf neu
1862·20	—		1862·20	4	
—	—		1857 56	1	»
1854·09	—		1854·09	3	

IV. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Goldes $\lambda = 2913$ bis $\lambda = 1861$.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
2913·63	4		2913·63	10	scharf, (Hauptlinie)
—	—		2907·18	5	scharf
2905·98	3	verbreitert	2906·07	3	verbreitert
—	—		2893·51	5	ziemlich scharf
2892·07	4		2892·05	3	»
—	—		2885·68	3	scharf
2883·55	4		2883·59	4	»
—	—		2864·63	1	verschwommen
—	—		2860·80	1	»
—	—		2857·04	3	verbreitert
—	—		2852·65	2	»
—	—		2852·30	1	undeutlich
—	—		2847·23	5	ziemlich scharf
—	—		2838·16	7	»
—	—		2835·55	2	scharf
—	—		2833·16	2	»
—	—		2825·56	6	sehr scharf
—	—		2822·87	5	ziemlich scharf
—	—		2820·11	10	verbreitert
—	—		2805·44	2	ziemlich scharf

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2802·35	10	scharf
—	—		2795·63	3	»
—	—		2780·93	3	»
2748·35	4	umgekehrt	2748·35	5	»
—	—		2745·80	1	»
—	—		2743·27	1	»
—	—		2732·14	2	»
—	—		2721·96	2	»
—	—		2703·44	2	»
2701·03	4		2700·01	3	»
—	—		2699·4	1	verschwommen
—	—		2697·8	1	ziemlich scharf
2694·40	1	verbreitert	2694·40	2	»
—	—		2690·5	1	verschwommen
2688·86	4		2688·80	4	scharf
—	—		2688·26	2	»
—	—		2687·73	4	»
—	—		2686·0	1	verschwommen
—	—		2682·3	1	»
2676·05	10	umgekehrt	2676·08	8	scharf, Hauptlinie
—	—		2672·3	1	schwach
—	—		2670·7	1	»
—	—		2667·09	2	scharf
—	—		2665·28	3	»
—	—		2651·2	1	»
—	—		2645·5	2	verbreitert
—	—		2641·65	8	scharf
—	—		2635·4	1	unsicher
—	—		2634·4	1	»
—	—		2631·7	1	»
—	—		2627·14	4	scharf
—	—		2625·60	3	»
—	—		2624·2	2	stark verbreitert, unsicher
—	—		2622·0	2	unsicher
—	—		2617·58	2	scharf
—	—		2616·69	4	verschwommen
—	—		2612·8	1	unsicher
—	—		2611·9	1	»
—	—		2610·36	1	»
—	—		2609·61	2	verbreitert
—	—		2607·4	1	undeutlich
—	—		2605·0	1	»
—	—		2599·5	2	scharf
—	—		2592·18	3	»
2590·19	4		2590·18	6	»
—	—		2583·5	2	unscharf
—	—		2580·1	1	unsicher
—	—		2579·4	1	»
—	—		2577·7	1	undeutlich
—	—		2575·3	1	»
—	—		2571·4	2	»
—	—		2568·3	1	»
—	—		2565·80	5	scharf
—	—		2562·7	2	ziemlich scharf
—	—		2561·9	1	unsicher
—	—		2558·0	2	verschwommen
—	—		2552·92	3	scharf
—	—		2550·28	3	»
2544·30	4		2544·29	5	»
—	—		2538·07	4	»
—	—		2537·0	2	»
—	—		2535·92	3	»
—	—		2533·70	6	»
—	—		2528·2	2	»
—	—		2522·8	2	sehr unscharf
—	—		2520·7	2	ziemlich scharf
—	—		2517·2	2	unscharf
—	—		2515·15	3	scharf
—	—		2511·7	1	unsicher

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
2510·56	4		2510·59	5	scharf
—	—		2506·35	2	»
—	—		2503·37	8	»
—	—		2495·3	1	»
—	—		2492·74	3	verbreitert
—	—		2491·58	1	scharf
—	—		2490·49	2	»
—	—		2488·3	2	»
—	—		2483·4	2	unscharf
—	—		2480·35	4	scharf
—	—		2478·59	1	»
—	—		2477·76	1	»
—	—		2476·2	3	stark verbreitert
—	—		2473·84	1	schwach
—	—		2468·06	3	stark verbreitert
—	—		2458·15	3	scharf
—	—		2456·55	2	verbreitert
—	—		2455·34	2	»
—	—		2452·79	2	»
—	—		2447·94	2	ziemlich scharf
—	—		2446·61	1	undeutlich
—	—		2445·6	4	verbreitert
—	—		2444·3	1	»
—	—		2442·47	2	»
—	—		2437·83	3	scharf
—	—		2434·5	1	verschwommen
—	—		2433·67	2	scharf
—	—		2433·3	2	»
2428·06	10	umgekehrt	2428·06	10	Hauptlinie
—	—		2423·8	2	
—	—		2419·41	1	verschwommen
—	—		2419·1	1	erscheint bei schwachem Strome
—	—		2417·4	2	als einfache verschwommene
—	—		2416·68	2	Bande
—	—		2414·36	1	verschwommen
—	—		2413·27	3	scharf
—	—		2411·40	2	»
—	—		2410·7	1	
—	—		2408·89	2	verschwommen
—	—		2407·42	2	»
—	—		2405·20	3	ziemlich scharf
—	—		2404·97	3	»
—	—		2402·80	4	»
—	—		2401·63	2	»
—	—		2400·2	1	coincidirt mit einer Cu-Linie
—	—		2399·3	1	
—	—		2395·7	1	
—	—		2393·62	3	scharf
—	—		2391·7	1	undeutlich
—	—		2388·26	5	scharf
2387·85	4		2387·82	4	»
—	—		2384·29	2	»
—	—		2382·50	4	etwas verbreitert
—	—		2380·5	1	undeutlich
—	—		2379·3	1	scharf
—	—		2377·2	1	»
—	—		2376·35	5	»
—	—		2373·20	2	unscharf
—	—		2371·69	4	ziemlich scharf
—	—		2369·40	4	unscharf
—	—		2365·01	6	Hauptlinie[1]
2364·69	—		2364·68	3	
—	—		2359·1	1	unscharf
—	—		2357·9	1	»
—	—		2355·53	2	scharf
2352·75	4		2352·67	6	»

[1] Verschwimmt bei geringer Dispersion leicht zu einer scheinbar einfachen, starken Linie.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2351·59	3	scharf
—	—		2348·2	1	»
—	—		2347·10	2	»
—	—		2344·25	2	»
—	—		2343·6	2	»
—	—		2342·81	1	»
—	—		2341·5	1	»
—	—		2340·27	8	stark verbreitert
—	—		2334·20	2	verbreitert
—	—		2331·45	2	scharf
—	—		2331·20	4	»
—	—		2330·7	1	
—	—		2326·7	1	verschwommen
—	—		2325·77	3	scharf
—	—		2325·34	2	»
—	—		2324·7	1	»
—	—		2322·34	8	»
—	—		2321·4	1	»
—	—		2320·35	2	»
—	—		2318·28	2	»
—	—		2317·5	1	»
—	—		2315·94	7	»
—	—		2314·73	7	»
—	—		2312·2	2	»
—	—		2309·54	6	»
—	—		2308·2	1	»
—	—		2304·89	8	dick verbreitert
—	—		2301·1	1	
—	—		2300·4	1	scharf
—	—		2298·3	1	verschwommen
—	—		2296·9	2	scharf
—	—		2295·18	3	»
—	—		2294·08	2	verbreitert
—	—		2291·59	6	»
—	—		2288·70	2	scharf
—	—		2287·79	3	verschwommen
—	—		2286·7	1	undeutlich
2283·42	4		2283·37	6	scharf
—	—		2282·95	3	verschwommen
—	—		2279·42	2	»
—	—		2277·62	4	»
—	—		2273·2	1	scharf
—	—		2270·3	3	»
—	—		2267·03	2	»
—	—		2266·20	3	verbreitert
—	—		2265·3	1	verschwommen
—	—		2263·75	3	»
—	—		2262·68	4	»
—	—		2261·32	2	»
—	—		2260·36	2	»
—	—		2255·90	2	»
—	—		2255·00	1	»
—	—		2253·44	3	scharf
—	—		2248·70	2	sehr verschwommen
—	—		2246·76	3	verschwommen
—	—		2243·6	1	»
—	—		2242·71	6	scharf
—	—		2240·36	4	verschwommen
—	—		2237·56	2	»
—	—		2233·75	3	»
—	—		2231·37	4	»
—	—		2229·09	6	»
—	—		2222·64	2	»
—	—		2220·64	3	scharf
—	—		2219·4	2	»
—	—		2215·85	3	verschwommen
—	—		2213·20	4	scharf
—	—		2210·64	3	»

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2210·30	1	scharf
—	—		2205·92	3	»
—	—		2201·35	5	»
—	—		2193·7	1	»
—	—		2192·7	1	»
—	—		2190·7	1	»
—	—		2188·97	5	»
—	—		2186·9	2	»
—	—		2185·7	2	»
—	—		2184·15	2	»
—	—		2172·26	3	»
—	—		2167·5	2	»
—	—		2160·7	2	verschwommen
—	—		2159·2	2	»
—	—		2157·18	3	»
—	—		2154·4	2	»
—	—		2140·5	1	undeutlich
—	—		2137·95	2	verbreitert
—	—		2133·4	1	»
—	—		2129·03	1	scharf
—	—		2126·8	2	»
—	—		2125·28	5	»
—	—		2113·7	1	»
—	—		2110·74	9	scharf, Hauptlinie
—	—		2098·8	1	undeutlich
—	—		2098·2	1	scharf
—	—		2095·0	1	undeutlich
—	—		2085·4	1	
—	—		2083·1	1	scharf
—	—		2082 10	8	»
—	—		2071·7	1	
—	—		2064·0	1	
—	—		2059·9	1	
—	—		2056·6	1	
—	—		2055·4	1	
—	—		2044·65	5	scharf
—	—		2012·10	1	unscharf
—	—		2000·77	3	scharf
—	—		1988·99	1	ziemlich scharf
—	—		1977·59	1	Von da ab mittels des Quarz-spectrographen durch lange Belichtung nachgewiesen
—	—		1972·66	1	
—	—		1955·64	1	
—	—		1951·59	3	
—	—		1948·48	1	
—	—		1946·41	1	
—	—		1944·35	1	
—	—		1935·13	1	verbreitert
—	—		1931·74	3	
—	—		1925·19	2	
—	—		1921·38	8	
—	—		1919·39	6	
—	—		1918·04	1	
—	—		1904·41	1	
—	—		1890·25	2	
—	—		1886·85	2	
—	—		1879·72	1	
—	—		1861·68	2	

V. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Zinks von λ = 2781 bis λ = 1918.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkuug
2781·33	4	unscharf nach Violett	2782·05	3	verwaschen
2771·05	5	umgekehrt	2771·02	10	verbreitert nach Roth
2770·94	8	»	—	—	
2756·63	5	»	2756·58	6	verwaschen nach Roth
2751·49	2	unscharf nach Violett	2752·58	3	umgekehrt
2736·96	2	verbreitert	—	—	
2712·60	8	verbreitert nach Roth	2712·60	4	verbreitert nach Roth
2706·64	5		—	—	
2697·54	2	»	—	—	
2684·29	8	»	2684·32	3	verbreitert, unscharf
2670·67	5	»	2670·74	2	
2663·25	8		—	—	
—	—		2658·27	5	ziemlich stark verbreitert
—	—		2627·12	1/2	?
2623·87	1	sehr unscharf	—	—	
2608·65	8	umgekehrt	2608·75	4	verschwommen, stark verbreitert
2601·03	2	sehr unscharf	—	—	
2582·57	8	umgekehrt	2582·63	1	
2577·34	4		—	—	
—	—		2576·07	1	
2575·15	2	sehr unscharf	—	—	
—	—		2571·75	2	
2570·00	5	umgekehrt	2570·79	4	
2567·99	5	unscharf nach Roth	—	—	
2562·70	2	sehr unscharf	—	—	
2558·03	8		2558·20	10	
2542·53	5	verbreitert nach Roth	2544·50	2	
2530·34	2	»	—	—	
—	—		2527·29	3	
—	—		2522·29	2	
2516·00	5	sehr unscharf	2515·85	3	verschwommen verbreitert
—	—		2509·21	3	
2502·11	4		2502·20	10	
2493·67	4	unscharf	2492·21	2	
2491·67	5	»	2491·41	2	
—	—		2490·92	1	
—	—		2488·87	1	
—	—		2487·08	3	
—	—		2486·29	1	
—	—		2484·69	1/2	
2479·85	4	verbreitert nach Roth	2480·30	3	
—	—		2478·60	3	
—	—		2473·52	1	
2469·72	2	»	—	—	
—	—		2467·23	3	verwaschen
2463·47	4	sehr unscharf	2463·54	—	
—	—		2462·07	1	
—	—		2460·32	1/2	
2457·72	1	unscharf nach Roth	—	—	
2449·76	1		2450·48	2	»
—	—		2445·61	3	
—	—		2442·18	4	»
2439·94	4	sehr unscharf	2438·43	2	
—	—		2437·77	1/2	
—	—		2434·48	1	
—	—		2433·73	1	
2430·74	1	unscharf	—	—	
2427·05	1	»	2427·22	5	
—	—		2423·54	2	
—	—		2418·95	4	
2415·54	1	sehr unscharf	—	—	
2407·98	1	»	2408·77	2	verbreitert
—	—		2405·23	1/2	
—	—		2404·91	1	
2393·88	8		—	—	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2390·24	2	scharf
—	—		2384·34	1/2	
—	—		2346·80	1	»
—	—		2317·53	1/2	
—	—		2313·95	1/2	
—	—		2308·08	1/2	
—	—		2307·90	1/2	
—	—		2300·60	1/2	
—	—		2296·90	2	
—	—		2288·08	2	
—	—		2265·40	2	
—	—		2265·08	3	
—	—		2252·87	1	
2246·90	5		—	—	
—	—		2210·35	1	
—	—		2203·70	1	
—	—		2144·51	1	ziemlich deutlich
2138·3	—		2138·66	4	umgekehrt
—	—		2122·94	2	scharf im Quarz (im Gitter 2122·85, $i=2$)
—	—		2104·51	5	scharf im Quarz (im Gitter 2104·51, $i=2$)
—	—		2102·35	6	scharf im Quarz (im Gitter 2102·36, $i=2$)
—	—		2100·06	8	verbreitert im Quarz (im Gitter 2100·13, $i=2$)
—	—		2096·99	3	scharf im Quarz (im Gitter 2097·03, $i=2$)
—	—		2087·14	4	scharf im Quarz (im Gitter 2087·14, $i=2$)
—	—		2079·17	4	ziemlich scharf im Quarz (im Gitter 2079·20, $i=1$)
—	—		2070·18	3	verbreitert im Quarz
—	—		2064·32	6	» (im Gitter 2064·32, $i=1/2$
—	—		2062·08 [1]	7	umgekehrt im Quarz (im Gitter 2062·08, $i=1$)
—	—		2040·99	1	verbreitert im Quarz
—	—		2039·4	1	scharf im Quarz
—	—		2025·51 [2]	8	umgekehrt (im Gitter 2025·51, $i=2$)
—	—		2011·79	2	ziemlich scharf im Quarz
—	—		1986·3	1	»
—	—		1981·45	2	»
—	—		1968·7 [1]	3	»
—	—		1952·3	1	»
—	—		1918·35	2	»

[1] In der Heliogravure-Tafel II ist zu lesen: 2062 statt 2061 und 1968 statt 1967. Linie 1941 der Tafel ist zu streichen.
[2] Findet sich auch im Kupfer und Cadmium als nicht umgekehrte Linie.

VI. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Cadmiums λ = 3545 bis λ = 1856

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		3545·255	1	
—	—		3535·820	8	
—	—		3526·310	1	
3500·1	4	verbreitert nach Roth	3500·131	4	
—	—		3497·097	1/2	
—	—		3494·036	4	
—	—		3486·155	2	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	γ	*i*	Bemerkung
—	—		3481·860	5	verbreitert
3467·8	8	umgekehrt	3467·77	10	
3466·3	10	»	3466·35	10	
—	—		3460·114	3	ziemlich scharf
—	—		3423·670	1	
—	—		3412·621	4	
3403·7	10	umgekehrt	3403·77	10	
—	—		3397·910	2	
—	—		3397·277	2	verbreitert
—	—		3395·570	1	
—	—		3394·681	2	
—	—		3389·865	2	
—	—		3385·490	4	verbreitert
—	—		3359·878	—	»
3299·1	4		3299·115	4	sehr verbreitert
—	—		3286·099	3	nach Roth verbreitert
—	—		3283·947	5.	verbreitert
—	—		3282·427	1	»
—	—		3277·110	2	
—	—		3274·101	2	
—	—		3269·900	3	ziemlich scharf
—	—		3264·589	3	beiderseits verbreitert
—	—		3263·451	1/2	
3261·2	10	umgekehrt	3261·186	8	
—	—		3259·122	2	
—	—		3256·691	2	
3252·1	8	verbreitert nach Roth	3252·689	8	stark verbreitert
—	—		3250·432	8	
—	—		3248·452	2	ziemlich scharf
—	—		3247·699	3	»
—	—		3246·165	2	»
—	—		3241·785	3	
—	—		3236·777	2	bandartig verbreitert
—	—		3231·776	2	verbreitert
—	—		3230·184	1	
—	—		3224·339	3	
—	—		3221·605	3	
—	—		3217·885	4	
—	—		3216·076	4	verbreitert
—	—		3213·845	1	
—	—		3212·927	1	
—	—		3210·364	4	verbreitert
—	—		3209·412	1	»
—	—		3201·970	3	ganz verschwommen
—	—		3197·936	4	
—	—		3196·590	2	
—	—		3195·987	2	unscharf
—	—		3185·635	6	scharf
—	—		3183·043	3	verbreitert
—	—		3178·594	2	verschwommen
—	—		3176·902	2	verbreitert
—	—		3174·528	—	»
—	—		3173·679	5	verbreitert
—	—		3163·236	1	stark verbreitert
—	—		3161·896	6	»
—	—		3160·955	3	»
—	—		3157·214	6	
—	—		3156·014	1	
—	—		3153·412	1	verbreitert
—	—		3146·941	—	
—	—		3141·739	3	
3133·3	8	unscharf nach Roth	3133·351	8	nach Roth verbreitert
—	—		3129·359	7	beiderseitig verbreitert
—	—		3127·794	1	
—	—		3124·490	4	
—	—		3121·888	5	beiderseitig verbreitert
—	—		3118·976	6	
—	—		3113·056	4	
—	—		3095·566	8	verbreitert nach Roth

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		3092·319	3	
—	—		3091·024	1/2	
—	—		3089·235	2	
—	—		3088·540	3	
—	—		3084·984	—	nach Roth verbreitert
—	—		3082·801	2	stark verbreitert
3081·0	6	unscharf nach Roth	3081·000	5	nach Roth verbreitert
—	—		3077·239	3	
—	—		3073·945	2	verschwommen
—	—		3068·933	4	nach Roth verbreitert
—	—		3065·082	6	ziemlich scharf
—	—		3059·332	6	verbreitert
—	—		3053·206	4	»
—	—		3048·900	5	verschwommen
—	—		3047·204	2	»
—	—		3035·856	3	scharf
—	—		3025·281	1	
—	—		3017·368	4	verbreitert
—	—		3014·411	3	»
—	—		3011·324	1	
—	—		3009·107	2	stark verbreitert
—	—		3007·311	1	unsicher, verschwommen
3005·5	1	unscharf nach Roth	3004·065	1	bandartig verbreitert
—	—		2996·457	1	
—	—		2996·170	3	
—	—		2987·340	4	verbreitert
2981·5	4	umgekehrt	2981·495	2	
2980·8	8	»	2980·790	10	
—	—		2971·265	1	undeutlich
—	—		2964·5	1	
2961·6	4	unscharf nach Violett	2961·6	2	
—	—		2951·875	2	verbreitert
—	—		2948·217	4	»
—	—		2926·66	1/2	undeutlich
2908·9	9	unscharf nach Roth	2910·899	4	verbreitert
2903·2	1	»	—	—	
—	—		2893·820	3	
2881·3	4	umgekehrt	2881·350	2	bandartig verbreitert
2880·9	8	»	2880·892	8	
2868·4	6	verbreitert nach Roth	2868·397	4	verbreitert nach Roth
2862·4	4	» » Violett	2862·0	2	
2837·0	8	umgekehrt	2837·041	8	stark verbreitert
—	—		2834·192	2	verschwommen
—	—		2833·174	4	
—	—		2823·9	1	
2818·7	2	verbreitert nach Violett	2818·5	1	
—	—		2805·661	2	verbreitert
—	—		2802·771	2	
—	—		2802·074	4	
—	—		2795·616	2	
—	—		2780·1	1	
2775·1	6	verbreitert nach Roth	2775·046	4	einfach verbreitert
—	—		2771·75	1/2	
—	—		2767·074	3	scharf
2764·3	2	umgekehrt	2764·072	4	stark verbreitert
2764·0	6	»	—	—	
2756·7	2	verbreitert nach Roth	2757·1	—	
2748·7	2		2748·68	10	
2734·0	4	»	2734·08	3	beiderseitig verbreitert
—	—		2727·17	1	verbreitert
2712·7	5		2712·72	1	unscharf
—	—		2707·14	3	
2677·7	8	sehr unscharf	2677·74	4	verbreitert
2670·8	2		2671·0	2	
—	—		2668·36	2	
2660·5	4	verbreitert nach Roth	2661·00	1/2	undeutlich
2657·1	2	»	—	—	
2654·7	1	sehr unscharf	—	—	
2639·6	6	umgekehrt	2639·59	—	»

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
2632·3	2	unscharf nach Roth	2633·1	1	
2629·2	4	»	2629·5	1/2	undeutlich
—	—		2618·97	3	
2602·0	2	sehr unscharf	2602·0	1	
2592·1	2	unscharf nach Roth	2592·3	1	
—	—		2586·95	2	verschwommen
2582·9	1	»	—	—	
2580·3	2	sehr unscharf	2580·5	1	
2573·1	4		2573·15	10	
—	—		2559·41	3	verbreitert
—	—		2558·14	3	ziemlich scharf
2553·6	4	unscharf nach Roth	2552·27	4	sehr verbreitert
—	—		2546·5	1	
2544·8	2	»	2544·9	1	
2525·6	1	sehr unscharf	—	—	
2521·7	1	»	—	—	
2507 9	1	»	—	—	
—	—		2502·33	1	verbreitert
—	—		2499·92	2	»
—	—		2495·5	1	undeutlich
—	—		2488·05	4	
—	—		2478·67	4	scharf
2474·2	1	sehr unscharf	—	—	
—	—		2469·85	5	»
—	—		2445·67	3	verbreitert
—	—		2433·4	1/2	verschwommen
—	—		2426·6	1	
—	—		2423·9	1	
—	—		2418·82	3	scharf
—	—		2382·16	1	
—	—		2376·94	2	»
—	—		2374·9	1	undeutlich
—	—		2355·4	1	
—	—		2350·5	1	
—	—		2343·5	1	
—	—		2333·2	1	
2329·4	8	umgekehrt	2329·380	6	scharf
2321·2	1		2321·246	7	ziemlich scharf
2313·0	4		2312·88	10	»
2306·72	4	»	2306·72	4	
—	—		2306·71	4	scharf
2288·10	10	breit, umgekehrt	2288·124	8	umgekehrt
2267·53	4	»	2267·52	3	scharf
2265·13	4	»	2265·042	8	umgekehrt
2262·36	1		—	—	
—	—		2248·94	1	
2239·93	6	»	2239·94	4	etwas verbreitert
—	—		2228·1	1	
—	—		2224·48	2	
—	—		2203·64	2	
2194·67	1		2194·71	5	verbreitert
—	—		2188·1	1	undeutlich
—	—		2183·1	1	»
—	—		2168·81	1	
2144·45	4	umgekehrt	2144·44	8	umgekehrt
—	—		2123·45	1/2	undeutlich
—	—		2116·5 [1]	1/2	
—	—		2111·72	2	(im Quarzspectrographen $i=6$)
—	—		2100·4	3	verbreitert
—	—		2096·1 [1]	3	»
—	—		2064·5 [1]	1	
—	—		2062 06	5	scharf (im Gitter, $i=2$)
—	—		2055·4 [1]	3	ziemlich scharf
—	—		2025·53 [2]	5	»
—	—		2019·4 [1]	1	verschwommen

[1] Mit dem Quarzspectrographen durch mehrstündige Belichtung nachgewiesen.

[2] Diese nicht umgekehrte Cd-Linie coincidirt mit einer umgekehrten Zn-Linie und einer nicht umgekehrten Cu-Linie.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
—	—		2007·7 [1]	2	verschwommen
—	—		2004·3 [1]	5	
—	—		1995·1 [1]	3	
—	—		1977·1 [1]	2	
—	—		1965·4 [1]	1	
—	—		1942·9 [1]	2	
—	—		1939·2 [1]	4	
—	—		1921·9 [1]	3	
—	—		1901·1 [1]	2	
—	—		1873·8 [1]	5	
—	—		1856·4 [1]	4	

[1] Mit dem Quarzspectrographen durch mehrstündige Belichtung nachgewiesen.

VII. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Bleies von λ = 2733 bis λ = 2060.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
—	—		2733·5	1/2	Punkt gemessen
—	—		2717·36	4	bandartig verbreitert
2712·02	2	unscharf nach Roth	2710·18	1	verbreitert
2697·72	5	umgekehrt, sehr unscharf	2697·69	3	
2663·26	5	umgekehrt	2663·27 [1]	8	als nicht umgekehrte Linie Verunreinigung von Cd
2657·16	2		2657·24	2	scharf
2650·77	8	sehr unscharf	2650·71	5	bandartig verbreitert
2628·36	2	umgekehrt	2628·43	4	scharf
2614·26	8	»	2614·29	7	umgekehrt
2613·74	4	»	2613·83	3	
—	—		2600·10	1	
—	—		2591·04	1/2	
2577·35	5	»	2577·40	8	verbreitert nach Roth
—	—		2568·52	1	scharf
—	—		2562·44	4	
—	—		2478·72	2	
2476·48	5	»	2476·49	8	
2446·28	5	»	2446·34	5	
—	—		2445·64	2	
2443·92	5	»	2443·94	5	
—	—		2433·70	2	etwas verbreitert
2428·71	5		2428·78	4	
—	—		2424·2	1/2	Punkt gemessen
—	—		2418·6	1/2	»
—	—		2416·0	1/2	»
2411·80	5	»	2411·82	4	
2402·04	5	»	2402·06	6	
2399·69	4	»	2399·71	2	
2393·89	8	»	2393·93	8	etwas verbreitert
2332·54	5	»	2332·53	4	
—	—		2317·39	1/2	
—	—		2300·28	1	
—	—		2296·82	3	scharf
2257·53	1		—	—	
2254·02	4	»	2253·98	2	verbreitert
2247·00	10	»	2246·89	3	»
—	—		2242·54	2	»
2237·52	8		2237·43	3	ziemlich scharf

[1] Im metallischen Blei die Mitte einer dickeren Linie gemessen = 2663·38.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2218·17	1	
2203·57	4		2203·68	5	stark bandartig verbreitert
—	—		2192·37	1	
2187·99	2		2189·70	2	
2175·88	5	umgekehrt	—	—	
2170·07	10	»	2169·96	4	bandartig
2115·1	8	»	2115·14	1/2	
2112·0	5		—	—	
2088·5	8	»	2088·60	1/2	
—	—		2060·36	1/2	

VIII. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Thalliums von λ = 2767 bis λ = 1862.

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
2767·97	10	umgekehrt	2768·00	10	
—	—		2740·01	3	umgekehrt, einseitig verbreitert
—	—		2734·08	1	undeutlich
—	—		2718·08	1/2	»
2710·77	4	»	2710·90	4	verbreitert
2709·33	8	»	2709·34	6	umgekehrt
2700·3	2	sehr unscharf	2700·34	2	verschwommen
—	—		2670·97	1	
—	—		2669·90	2	»
2665·67	5	umgekehrt	2665·74	5	verbreitert nach Roth
—	—		2614·22	1	scharf
2609·86	4	»	—	—	
2609·08	5	»	2609·14	2	
2585·68	4	»	2585·90	1	undeutlich
2580·23	8	»	2580·29	6	umgekehrt verbreitert nach Roth, Umkehrung wahrscheinlich excentrisch
2553·07	2	»	—	—	
2552·63	5	»	—	—	
—	—		2544·33	1	
2538·27	2	»	—	—	
—	—		2530·89	8	stark verbreitert
2517·50	4	»	—	—	
—	—		2513·58	1	
2508·03	1	»	—	—	
2494·00	2	»	—	—	
2487·57	1	»	—	—	
2477·58	1	»	2478·67	4	coincidirt mit Fe
2472·65	1	»	—	—	
—	—		2469·27	5	
2465·54	1	»	—	—	
2462·01	1	»	—	—	
2456·53	1	»	—	—	
2453·87	1	»	—	—	
—	—		2452·04	8	
2449·57	1	»	—	—	
2447·59	1	»	—	—	
—	—		2445·61	2	
2444·00	1	»	—	—	
2442·24	1	»	—	—	
2439·58	1	»	—	—	
—	—		2433·65	1	verschwommen
2416·78	1	verbreitert nach Roth	—	—	
—	—		2394·72	3	scharf
2379·66	8	umgekehrt	2379·68	10	umgekehrt, sehr gut messbar
—	—		2365·00	3	
2362·16	2	verbreitert nach Violett	2362·30	1/2	sehr verschwommen
—	—		2341·82	1/2	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
2316·01	5	umgekehrt	2316·14	4	verbreitert coincidirt mit Cu-Linien
—	—		2310·50	1/2	
—	—		2298·25	10	dünn
—	—		2288·07	2	
—	—		2285·95	1	
—	—		2265·05	3	scharf
2237·91	5	»	2237·83	3	umgekehrt
—	—		2230·3	1	sehr verschwommen
—	—		2215·9	1/2	
2210·80	2	»	2210·79	3	
—	—		2209·9	1	verschwommen
2207·13	4	»	2207·21	2	verbreitert
—	—		2203·79	1	
2168·68	4	»	—	—	
2152·08	1	»	—	—	
—	—		2144·50	1	
—	—		2139·44	3	
2129·39	1	umgekehrt	—	—	
	—		2069·80	1	
—	—		1964·80	1	
—	—		1868·48	1	
—	—		1862·70	1	

IX. Vollständiges Funken- und Bogenspectrum des Antimons von λ = 2806 bis λ = 2098.

Bogenepectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	*i*	Bemerkung	λ	*i*	Bemerkung
—	—		2806·80	10	ungenau
2770·04	8	umgekehrt	2769·97	8	scharf
2727·32	4		2727·37	4	
2719·00	4	»	2719·05	6	»
—	—		2706·73	1	»
2692·35	4	»	2692·43	3	»
2682·86	4	»	2682·98	5	
2670·73	5	»	2670·81	5	unscharf
—	—		2669·79	4	verbreitert
—	—		2663·31	1	sehr scharf
—	—		2657·03	1	verschwommen
2652·70	4	»	2652·73	5	
—	—		2617·46	2	verbreitert
2614·74	2		2614·78	1	scharf
—	—		2614·33	2	
2612·40	4		2612·43	5	
2598·16	10		2598·24	8	umgekehrt
—	—		2590·42	5	verbreitert
2574·14	2		2574·24	4	scharf
—	—		2571·64	2	verschwommen
—	—		2567·86	2	scharf
—	—		2565·62	4	verbreitert
2554·72	2		2554·81	1	scharf
—	—		2544·10	3	verschwommen
—	—		2528·68	8	umgekehrt
2528·60	10	»	2528·58	1	
—	—		2520·30	1	
2514·64	1		—	—	
2510·60	1		2510·66	1	
2481·81	1		—	—	
2480·50	2		2480·55	3	
—	—		2478·45	6	
2474·63	2		2474·80	1	scharf
2445·59	4	»	2445·66	6	

Bogenspectrum Kayser und Runge			Funkenspectrum Eder und Valenta		
λ	i	Bemerkung	λ	i	Bemerkung
—	—		2429·55	1	
2426·44	4	umgekehrt	2426·52	3	sehr scharf
2422·21	4		2422·31	3	«
2395·31	2		2395·35	1	
2383·71	4	»	2383·77	4	
2373·78	5	»	2373·84	3	coincidirt mit Fl
2360·60	2		2360·58	1	
2352·31	2		—	—	
2329·19	2		—	—	
—	—		2316·02	3	
2311·60	10	»	2311·71 }	6	} doppelt
—	—		2311·47 }	1	
2306·56	8	»	2306·56	3	
—	—		2295·99	1	
2293·54	4		2293·48	3	scharf
2289·09	4		2288·99	2	
2262·55	5		2262·51	3	
—	—		2246·97	1	
2225·06	4		2224·92	3	
2222·10	4		2222·02	1	
2220·85	2		2220·70	3	
2212·54	1		—	—	
2208·65 }	4		2208·48	4	
2207·86 }	2		—	—	
2203·83 }	2		2203·59	2	
2207·13 }	2		—	—	
2201·46	4		2201·36	1	
2179·33	5	»	2179·23	4	
2175·99	10	»	2175·90	4	
—	—		2170·13	3	
2159·32	4		—	—	
2159·02	4		—	—	
2145·10	4		2144·99	4	
2141·76	4		2141·76	1	
2139·89	4		2139·75	3	
2137·21	4		—	—	
2127·55	4		—	—	
2117·28	4		2118·57	1	
2098·47	5		2098·47	1	
2079·55	4		—	—	
2068·54	6	»	—	—	

Wien, im Juni 1899.

Photochemisches Laboratorium

der

k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

Funkenspectrum
Eisen
Bogenspectrum

Funkenspectrum
Nickel
Bogenspectrum

Funkenspectrum
Cobalt
Bogenspectrum

Funkenspectrum
Kupfer
Bogenspectrum

Funken- und Bogenspectrum von Fe, Ni, Co und Cu von J. M. Eder und E. Valenta im Gitterspectrographen (Spectrum I. Ordnung).

Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXVIII, 1899.

Spectrumphotographie von J. M. Eder und E. Valenta.

Heliogravure der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

Cadmium
2748 2573 2329 2321 2313 2288 2265 2194 2144

Zink
2771 2756 2558 2502 2138 2064 2061 2025 1967 1941

Blei
2663 2614 2577 2476 2393 2203

Thallium
2768 2709 Pb 2580 2530 2469 2452 2379 2298 Pb 1964

Zinn

Funkenspectrum von Cd, Zn, Pb, Tl und Sn von J. M. Eder und E. Valenta im Gitterspectrographen (Spectrum I. Ordnung).

Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXVIII, 1899.

Spectrumphotographie von J. M. Eder und E. Valenta. Heliogravure der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

Aer 3968 3933

Fe Fe 3372 3361 3261 3179 3159 3082

Funkenspectrum des Calcium von J. M. Eder und E. Valenta (Gitterspectrum 2. Ordnung).

Heliogravure der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.

J. M. Eder und E. Valenta: Normalspectren einiger Elemente.

Funkenspectrum des Calcium von J. M. Eder und E. Valenta (Gitterspectrum 2. Ordnung).

Denkschriften der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Classe, Bd. LXVIII, 1899.

Spectrumphotographie von J. M. Eder und E. Valenta.

Funkenspectrum des Calcium von J. M. Eder und E. Valenta (Gitterspectrum 2. Ordnung).

Spectrumphotographie von J. M. Eder und E. Valenta. Heliogravure der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien.